

Docket No.: SON-2938
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Kazuya Hayashibe

Art Unit: N/A

Application No.: Not Yet Assigned

Filed: February 27, 2004

For: OPTICAL RESONATOR AND LASER
OSCILLATOR

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

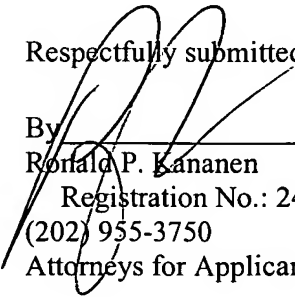
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	P2003-086028	March 26, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: February 27, 2004

Respectfully submitted,

By 

Ronald P. Kananen
Registration No.: 24,104
(202) 955-3750
Attorneys for Applicant

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 6 日
Date of Application:

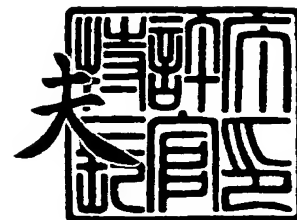
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 6 0 2 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 8 6 0 2 8]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0390088502

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/157
H01S 3/08
H01S 3/086
H01S 3/139

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 林部 和弥

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 森田 昌幸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 福井 達雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 今井 裕

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100122884

【弁理士】

【氏名又は名称】 角田 芳末

【電話番号】 03-3343-5821

【選任した代理人】

【識別番号】 100113516

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯山 弘信

【電話番号】 03-3343-5821

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 176420

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206460

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光共振器及びレーザ発振器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の基板及び第 2 の基板が対向して配置され、

前記第 1 の基板は、前記第 2 の基板側の主面が平面とされ、その表面に反射鏡が形成され、

前記第 2 の基板は、前記第 1 の基板側の主面において、凹面部とその周囲に平面部が形成され、少なくとも前記凹面部の表面に反射鏡が形成され、

前記第 1 の基板の前記主面と、前記第 2 の基板の前記平面部とが、接合可能な構成とされている

ことを特徴とする光共振器。

【請求項 2】 少なくとも固体レーザ媒体と基板とが接合されて成り、

前記固体レーザ媒体の前記基板とは反対の主面側に、第 1 の反射鏡が設けられ、

前記基板は、前記固体レーザ媒体側の主面において、凹面部とその周囲に平面部が形成され、前記凹面部の表面に第 2 の反射鏡が設けられ、

前記第 1 の反射鏡と前記第 2 の反射鏡とにより、レーザ共振器が構成されている

ことを特徴とするレーザ発振器。

【請求項 3】 前記固体レーザ媒体の前記主面の表面に前記第 1 の反射鏡が設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ発振器。

【請求項 4】 前記固体レーザ媒体の前記主面に、前記第 1 の反射鏡が表面に形成された基板が接合されていることを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ発振器。

【請求項 5】 前記レーザ共振器のフリースペクトラルレンジの大きさ $\Delta \lambda_{FSR}$ が、前記固体レーザ媒体の発光スペクトルの半値半幅 $\Delta \lambda$ よりも大きい構成とされていることを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光共振器、及び固体レーザ媒体及びレーザ共振器を備えたレーザ発振器に係わり、特に、マイクロチップレーザに適用して好適なものである。

【0002】**【従来の技術】**

近年、固体レーザは、半導体レーザによる励起方法の発展により、従来の放電管励起に比べ、小型化・高効率化・長寿命化が進んできている。

【0003】

特に、固体レーザ媒体を薄く形成したマイクロチップレーザは、低次の縦モード発振が得られ、かつ良好なビーム形状が得られる小型のレーザ発振器として、開発が進んできている（例えば非特許文献1参照）。

【0004】

このようなマイクロチップレーザのレーザ共振器は、従来は固定レーザ媒体の結晶を薄く研磨加工して、その両側の主面を鏡面とすることにより、平行平面鏡型のレーザ共振器を構成することが多かった。

【0005】**【非特許文献1】**

平等拓範著「レーザー研究」p.848, 26, (1998)

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、平行平面型のレーザ共振器は基本的に不安定な共振器であるため、レーザ発振を行うためには、共振器の鏡面の平行度、即ち固体レーザ媒体の結晶端面の平行度を、極力平行に近づける必要があった。

【0007】

また、平行平面型のレーザ共振器では、集光された励起光により固体レーザ媒体に温度分布による屈折率分布が生じる、いわゆる熱レンズ効果を用いてレーザ発振を行うことになる。

しかしながら、たとえ励起強度を上げることにより熱レンズ効果を高めて、レーザビームを収束することにより、レーザ共振器をレーザ発振が可能となるよう

な平行度にしても、共振器の両鏡面がわずかに傾いているとビーム形状が劣化してしまう。

一方、励起強度が低いと熱レンズ効果が低くなり、平行度が充分でなくなるため、レーザ発振が不安定になる。

【0 0 0 8】

これに対して、レーザ共振器が安定共振器となり得るように、凹面鏡を用いた共振器を作製することが考えられる。

即ち、一方の端面（鏡面）に凹面鏡を配置して、レーザ共振器を構成する。

例えば、薄く加工した固体レーザ媒体の結晶の一主面を平面鏡として用い、対する端面は共振する光を透過させ、透過した光が凹面鏡で共振するような構成が考えられる。

【0 0 0 9】

ただし、凹面鏡をそのまま配置して使用すると、凹面鏡の中央部が周縁部と比較して平面鏡から見て遠くなり、凹面鏡と固体レーザ媒体のそれぞれを配置する部品が増えるため、その分共振器長が長くなってしまう。

また、凹面鏡と、固体レーザ媒体とを、簡便にアライメントできるようにすることが望ましい。

【0 0 1 0】

上述した問題に対して、本発明においては、共振器長を短くすることができ、安定したレーザ共振器を構成することが可能な光共振器を提供するものである。また、本発明においては、安定したレーザ共振器を有し、小型でかつ簡便な構成のレーザ発振器を提供するものである。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】

本発明の光共振器は、第 1 の基板及び第 2 の基板が対向して配置され、第 1 の基板は、第 2 の基板側の主面が平面とされ、その表面に反射鏡が形成され、第 2 の基板は、第 1 の基板側の主面において、凹面部とその周囲に平面部が形成され、少なくとも凹面部の表面に反射鏡が形成され、第 1 の基板の主面と第 2 の基板の平面部とが接合可能な構成とされているものである。

【0012】

本発明のレーザ発振器は、少なくとも固体レーザ媒体と基板とが接合されて成り、固体レーザ媒体の基板とは反対の主面側に第1の反射鏡が設けられ、基板は、固体レーザ媒体側の主面において、凹面部とその周囲に平面部が形成され、凹面部の表面に第2の反射鏡が設けられ、第1の反射鏡と第2の反射鏡とにより、レーザ共振器が構成されているものである。

【0013】

上述の本発明の光共振器の構成によれば、第2の基板の第1の基板側の主面に、凹面部とその周囲に平面部が形成され、凹面部に反射鏡が形成されていることにより、第2の基板の凹面部に形成された反射鏡により凹面鏡を構成することができ、共振する光の光路に対する反射鏡のアライメント調整を容易にする。

第2の基板の反射鏡が形成された主面が凹面部と平面部を有しているため、主面を全て凹面とした場合と比較して、凹面の深さを小さく（浅く）することができる。

さらに、第2の基板の平面部は第1の基板の反射鏡が形成された主面と接合可能な構成とされていることにより、第1の基板と第2の基板とを接合することができ、このように接合した場合に、第1の基板の反射鏡と第2の基板の反射鏡の距離間隔を短くすることが可能になる。

【0014】

上述の本発明のレーザ発振器の構成によれば、基板の固体レーザ媒体側の主面に、凹面部とその周囲に平面部が形成され、凹面部に第2の反射鏡が形成されていることにより、この第2の反射鏡により凹面鏡を構成することができ、共振するレーザ光の光路に対する反射鏡のアライメント調整を容易にする。

第2の反射鏡が形成された基板の主面が凹面部と平面部を有しているため、主面を全て凹面とした場合と比較して、凹面の深さを小さく（浅く）することができる。そして、第1の反射鏡と第2の反射鏡によりレーザ共振器が構成されていることにより、第1の基板の反射鏡と第2の基板の反射鏡の距離間隔を短くして、レーザ共振器の共振器長を短くすることが可能になる。また、凹面の曲率半径と直径を選ぶことにより、共振器長を所望の長さに設計することが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明は、第1の基板及び第2の基板が対向して配置され、第1の基板は、第2の基板側の主面が平面とされ、その表面に反射鏡が形成され、第2の基板は、第1の基板側の主面において、凹面部とその周囲に平面部が形成され、少なくとも凹面部の表面に反射鏡が形成され、第1の基板の主面と第2の基板の平面部とが接合可能な構成とされている光共振器である。

【0016】

本発明は、少なくとも固体レーザ媒体と基板とが接合されて成り、固体レーザ媒体の基板とは反対の主面側に第1の反射鏡が設けられ、基板は、固体レーザ媒体側の主面において、凹面部とその周囲に平面部が形成され、凹面部の表面に第2の反射鏡が設けられ、第1の反射鏡と第2の反射鏡とにより、レーザ共振器が構成されているレーザ発振器である。

【0017】

また本発明は、上記レーザ発振器において、固体レーザ媒体の主面の表面に第1の反射鏡が設けられている構成とする。

【0018】

また本発明は、上記レーザ発振器において、固体レーザ媒体の主面に、第1の反射鏡が表面に形成された基板が接合されている構成とする。

【0019】

また本発明は、上記レーザ発振器において、レーザ共振器のフリースペクトラルレンジの大きさ $\Delta\lambda_{\text{FSR}}$ が、固体レーザ媒体の発光スペクトルの半値半幅 $\Delta\lambda$ よりも大きい構成とする。

【0020】

まず、図3を参照して、本発明の光共振器の構造について説明する。

図3（図3A及び図3B）は、レーザ媒体がなく、光共振器のみの概略構造図を示している。

【0021】

図3Aに示すように、第1の基板11及び第2の基板12の2つの基板により

、光共振器 1 が構成されている。

第 1 の基板 1 1 は、その一主面 1 1 A が平面に研磨された平面部となっており、その表面に反射鏡 1 3 が形成されている。

第 2 の基板 1 2 は、その一主面の中央部に凹面部 1 2 A が形成され、凹面部 1 2 A の周囲に平面部 1 2 B が形成されている。凹面部 1 2 A の表面に反射鏡 1 4 が形成され、凹面鏡が構成されている。

そして、第 1 の基板 1 1 と第 2 の基板 1 2 のそれぞれ反射鏡 1 3 及び反射鏡 1 4 が形成されている側の主面を対向させることにより、第 1 の基板 1 1 及び第 2 の基板 1 2 から成る光共振器 1 を構成することができる。

【0022】

また、この光共振器 1 においては、反射鏡 1 3 が形成された第 1 の基板 1 1 と、第 2 の基板 1 2 の平面部 1 2 B とを、図 3 B に示すように、互いに接合することが可能な構成とする。

このように接合することにより、共振器長の短い光共振器 1 を構成することができる。

特に、第 2 の基板 1 2 の光が共振する中央部付近のみを凹面部 1 2 A にして、外側を平面部 1 2 B としたことにより、第 2 の基板 1 2 の主面を全て凹面とした場合と比較すると、共振器長、即ち反射鏡 1 3 及び 1 4 の間隔を小さくし、凹面部 1 2 A の曲率半径と直径を選ぶことにより、所望の共振器長を得ることができる。

【0023】

第 1 の基板 1 1 及び第 2 の基板 1 2 の材料としては、一般的に光学レンズ等で用いられるガラス材（BK7、合成石英）や、結晶材（CaF₂、SiO₂、サファイア基板）等が挙げられる。

反射鏡 1 3、1 4 は、例えば誘電体膜や金属膜等により形成することができ、所望の反射率を有するように膜構造を設定する。第 1 の基板 1 1 側の反射鏡 1 3 には、光が一部透過してレーザー光が出射するように、例えば SiO₂、TiO₂、MgF₂、Ta₂O₅等の誘電体積層膜等を用いる。

【0024】

第2の基板12の凹面部12Aの曲率や直径は、所望の光共振器1の共振器長や、閉じ込める光のビーム径に応じて選定される。

例えば凹面部12Aの曲率を曲率半径 $R=100\text{ mm}$ ・直径 10 mm にすることにより、図3Bに示した第1の基板11及び第2の基板12を接合した状態で、 $125\text{ }\mu\text{ m}$ 程度の共振器長を得ることができる。

【0025】

上述した共振器1の構造では、一方の反射鏡14が凹面鏡になっていることにより、2つの平行平面鏡から成る光共振器と比較して、共振器1を構成する各反射鏡13、14同士のアライメントや、閉じこめる光の光路とのアライメントが容易になる。

この共振器1では、第1の基板11側の反射鏡13に対する法線と垂直に交わる点が、凹面鏡14に存在する。

従って、図3Bに示したように、単に第1の基板11と第2の基板12とを接合するだけで、安定して光を共振させることができる光共振器1を構成することができる。

【0026】

なお、実際にレーザ発振器を構成する場合には、この光共振器1の2つの基板11、12の間にレーザ媒体を配置する必要がある。

そのため、レーザ媒体を介して2つの基板11及び12を接合する、或いは、接合前の基板にレーザ媒体を取り付ける等、レーザ媒体と光共振器1との組立が必要になる。

【0027】

続いて、上述した光共振器1の構成を利用した、本発明のレーザ発振器の実施の形態を説明する。

図1は、本発明のレーザ発振器の一実施の形態として、レーザ発振器の概略構成図を示す。

このレーザ発振器10は、図3A及び図3Bに示したと同様の第1の基板11と第2の基板12との間に、固体レーザ媒体15が配置され、これら第1の基板11、固体レーザ媒体15、第2の基板12が接合されて構成されている。

即ち、第1の基板11は、その一主面11Aが平面に研磨された平面部となっており、その表面に反射鏡13が形成されている。また、第2の基板は、その一主面の中央部に凹面部12Aが形成され、凹面部12Aの周囲に平面部12Bが形成されている。凹面部12Aの表面に反射鏡14が形成され、凹面鏡が構成されている。

【0028】

また、固体レーザ媒体15は、薄く平板状に研磨され、縦シングルモードで発振するようにしている。

【0029】

第1の基板11及び第2の基板12の材料としては、前述したように、一般的に光学レンズ等で用いられるガラス材（BK7、合成石英）や、結晶材（CaF₂、SiO₂、サファイア基板）等が挙げられる。

反射鏡13、14は、例えば誘電体膜や金属膜等により形成することができ、所望の反射率を有するように膜構造を設定する。

また、第2の基板の凹面部12Aの曲率や直径は、所望の光共振器1の共振器長や、閉じ込める光のビーム径に応じて選定される。

【0030】

固体レーザ媒体15の材料としては、例えば例えばNd:YAG（Y₃Al₅O₁₂）、Nd:YVO₄、Nd:GdVO₄、Nd:YLF（YLiF₄）等の固体レーザ結晶や、Ndをドープしたガラス等のガラスレーザ媒体を用いることができる。

【0031】

第2の基板12の凹面部12Aの曲率及び直径と、固体レーザ媒体15の厚さは、所望とする共振器長に応じて、それぞれの値を選定する。

【0032】

ここで、共振器の光路長Lとレーザ共振器のフリースペクトラルレンジ（Free Spectral Range ; FSR（自由分光領域））の大きさ、即ち縦モード間隔 $\Delta\lambda_{FSR}$ は、以下の式（1）で示される関係によって結ばれている。

$$\Delta\lambda_{FSR} = \lambda^2 / 2L \quad (1)$$

式 (1) 中、 λ はレーザ共振器中で発振する光の波長である。例えば、Nd:YAG レーザでは発振する波長は 1 0 6 4 nm である。

ここで、 $L = 1 \text{ mm}$ の共振器を作成した場合、その縦モード間隔 $\Delta \lambda_{\text{FSR}}$ は、0. 5 7 nm となる。

【0 0 3 3】

一般的に、この縦モード間隔 $\Delta \lambda_{\text{FSR}}$ が、固体レーザ媒体 1 5 の発光スペクトル幅の数分の 1 ~ 数倍程度であれば、縦シングルモード発振が可能となる。

より好ましくは、固体レーザ媒体 1 5 の発光スペクトル幅の半値半幅 $\Delta \lambda$ よりも、縦モード間隔 $\Delta \lambda_{\text{FSR}}$ の方が大きくなるようにする。これにより、容易に縦シングルモードの発振を行うことができる。

従って、この条件を満たすように共振器長を設定すればよく、その共振器長に応じて、第 2 の基板 1 2 の凹面部 1 2 A の曲率及び直径と、固体レーザ媒体 1 5 の厚さとを設定する。

【0 0 3 4】

Nd:YAG の発光スペクトル幅としては、前述した非特許文献 1 に 0. 6 7 nm という報告があり、前述した共振器光路長 ($L = 1 \text{ mm}$) であれば、縦シングルモード発振が可能になり、さらに共振器長を小さくして縦モード間隔を大きくすれば、より容易に縦シングルモード発振が可能になる。

【0 0 3 5】

例えば厚さ $200 \mu\text{m}$ にまで薄く研磨した Nd:YVO₄ から成る固体レーザ媒体 1 5 と、凹面部 1 2 A を曲率半径 $R = 100 \text{ mm}$ ・直径 10 mm とした第 2 の基板 1 2 とを用いると、固体レーザ媒体 1 5 の結晶の屈折率を考慮した共振器の光路長は約 $550 \mu\text{m}$ となり、この場合の縦モード間隔は 1. 0 4 nm となる。そして、Nd:YVO₄ の発光スペクトル幅は前述した非特許文献 1 に 0. 9 6 nm という報告があり、発光スペクトル幅よりも大きい縦モード間隔とすることができる。

従って、縦シングルモード発振が容易となる。

【0 0 3 6】

本実施の形態のレーザ発振器 1 0 を組み立てる際には、薄く加工された固体レ

ーザ媒体 15 を、それぞれ第 1 の基板 11 と第 2 の基板 12 とに接合する。

例えば透明接着剤を使用することにより、固体レーザ媒体 15 を第 1 の基板 11 と第 2 の基板 12 とに接合することができる。この透明接着剤としては、紫外線硬化樹脂から成る接着剤や、いわゆる光学接着剤を用いることができる。

【0037】

具体的には、例えば、まず固体レーザ媒体 15 の一主面を第 1 の基板 11 表面の反射鏡 13 に透明接着剤で接合し、その後固体レーザ媒体 15 の他の主面を第 2 の基板 12 の凹面鏡が形成された主面に透明接着剤で接合する。

【0038】

固体レーザ媒体 15 は、予め両主面を研磨してから第 1 の基板 11 表面の反射鏡 13 に接合してもよく、一主面を研磨してから第 1 の基板 11 表面の反射鏡 13 に接合し、その状態で他の主面を研磨して、その後第 2 の基板 12 に接合するようにしてもよい。

【0039】

そして、固体レーザ媒体 15 には、場所により欠陥が生じていることがあるため、固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板 12 とを接合する際に、欠陥を避けることが望ましい。

そこで、例えば、次のような方法を用いるとよい。

固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板 12 とを接合する際に、接着剤で接着する前に、まず固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板 12 とを接触させて、擦り合わせ可能な状態にする。この状態で、励起光源から励起光を入射させて、固体レーザ媒体 15 からレーザ光を発振させる。そして、出力されるレーザ光をモニタすることにより、レーザ光が固体レーザ媒体 15 の欠陥部を通っているかどうか分かるため、図 4 A に矢印で示すように、固体レーザ媒体 15 を第 2 の基板 12 に対して並進移動させて、欠陥部を避けるようにする。

これにより、欠陥部の少ない位置を選んで、共振器を接合することが可能となる。

【0040】

このとき、例えば図 4 B に示す治具を利用することができる。

固体レーザ媒体 1 5 の側面の一方に突状体 3 1、他方に弾性体 3 2 が当接するようにアクチュエータを構成し、このアクチュエータを図中左右方向と、図中上下方向との 2 組設ける。また、第 2 の基板 1 2 は、固体レーザ媒体 1 5 と擦り合わせ可能な状態で、図示しない固定手段によって固定する。

そして、出力されるレーザ光の状態をモニタしながら、アクチュエータを動作させて、図 4 A に示すように固体レーザ媒体 1 5 を並進移動させて、固体レーザ媒体 1 5 の欠陥部を避けて、凹面鏡 1 4 とのレーザ光の共振がなされるようにする。固体レーザ媒体 1 5 の欠陥部を避けてレーザ光が共振する光路が形成された箇所では並進移動を停止して、その位置関係において固体レーザ媒体 1 5 と第 2 の基板とを接着する。

【0 0 4 1】

ここで、研磨した固体レーザ媒体 1 5 の平行度の精度が低く、くさび形状になっている場合の光路について考える。

このようなくさび形の形状は、第 1 の基板 1 1 に固体レーザ媒体 1 5 を接着剤等で接合する際に、接着剤の厚みムラにより傾斜して接着され、その状態で固体レーザ媒体 1 5 の他の主面（第 2 の基板 1 2 に接合する側の面）を研磨する際に生じることが多い。

共振器中で光が共振するためには、共振器を構成する反射鏡に垂直に光が入射する必要がある。ここで、第 1 の基板 1 1 側の反射膜 1 3 で反射された光は、固体レーザ媒体 1 5 を透過して、固体レーザ媒体 1 5 の反対側の端面（他の主面）に入射する。くさび形の固体レーザ媒体 1 5 の場合、この光が固体レーザ媒体 1 5 の端面に対して斜めに入射することになり、この端面で屈折してしまう。

【0 0 4 2】

従って、共振器を構成するもう一方の反射鏡が平面鏡である場合（平行平板型共振器の場合）には、レーザ発振ができるようにするために、このような屈折した光に対して垂直に入射するようにアライメントをしなければならず、アライメント調整が難しくなる。

【0 0 4 3】

これに対して、本実施の形態のように、もう一方の反射鏡 1 4 が凹面鏡である

場合は、凹面鏡 14 内に、屈折した光が垂直に入射する箇所が存在することになり、中央の凹面部 12A に凹面鏡 14 が形成された第 2 の基板 12 を、単に固体レーザ媒体 15 と接合させることにより、共振器構造を得ることができる。

さらに、凹面鏡を用いることにより、平面鏡と比較して、ビームの形状を良好にすることができ、縦・横両モードの品質を向上させることができる。

【0044】

また、凹面部 12A の曲率及び直径を加工の際に制御すること、並びに固体レーザ媒体 15 の厚みを研磨により制御することにより、共振器長を制御することができるので、マイクロチップレーザの主要なパラメータである共振器長を一定に作製することが容易になる。

【0045】

また、マイクロチップレーザでは、わずかな共振器長の波長オーダーの変化により、共振する波長のゲインが変化し出力が変動する。

この問題に対しては、まず、共振器全体を温度調整することにより、共振器を膨張或いは収縮させて、所望の共振器長になるように調整することができる。

さらに、固体レーザ媒体 15 へ励起光が入射する位置をわずかに変更することにより、共振器の励起する位置を微小変化させることができ、凹面鏡 14 の凹面が傾きを有するため、共振器長を微小変化させることができる。これにより、共振波長のゲインが最大となる共振器長へ制御することが可能となる。

【0046】

上述の本実施の形態のレーザ発振器 10 によれば、第 2 の基板 12 の一主面の中央部に凹面部 12A が形成され、この凹面部 12A の表面に形成された凹面鏡 14 により、レーザ発振器 10 のレーザ共振器の一方の反射鏡が構成されていることにより、固体レーザ媒体 15 からのレーザ光が第 2 の基板 12 に対して斜めに入射しても、凹面鏡 14 にこの斜めに入射した光に対して垂直な面となる箇所が存在するため、レーザ共振器が構成されてレーザ発振ができるように配置することが可能になる。

これにより、第 2 の基板 12 の一主面を全て平面とした場合（平行平板型共振器とした場合）と比較して、固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板とのアライメント

調整を容易にする。

【0047】

また、凹面部 12A は、第 2 の基板 12 の一主面の中央部のみに形成されていて、周縁部は平面部 12B となっているため、凹面部 12A の曲率を大きくしても、凹面部 12A の深さを比較的浅くすることができると共に、平面部 12B によって、固体レーザ媒体 15 に接合することが可能になる。

これにより、第 2 の基板 12 の一主面を全て凹面とした場合と比較して、固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板 12 との接合面から凹面鏡 14 までの距離を短くすることができ、レーザ共振器の共振器長が短いレーザ発振器を構成することができる。

【0048】

そして、凹面部 12A の曲率及び直径と、固体レーザ媒体 15 の厚さを調整することにより、マイクロチップレーザで主要なパラメータとなる共振器長を、所望の値になるように調整することができる。

【0049】

さらに、固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板 12 とのアライメントを行う際に、固体レーザ媒体 15 の欠陥を避けて、レーザ共振器を構成することができるため、固体レーザ媒体 15 の欠陥を避けて良好なレーザ発振を行うことができるレーザ発振器を容易に製造することが可能になる。

【0050】

従って、小型であり、かつビーム形状の良好なマイクロチップレーザを簡便に作製することができる。

【0051】

図 1 に示した実施の形態のレーザ発振器では、第 1 の基板 11 側に反射鏡 13 を形成していたが、固体レーザ媒体 15 側に反射鏡を形成してもよい。その場合を次に示す。

本発明のレーザ発振器の他の実施の形態の概略構成図を図 2 に示す。

このレーザ発振器 20 では、特に、固体レーザ媒体 15 の第 1 の基板 11 側の主面 15A に反射鏡 13 が形成されている。

そして、この固体レーザ 15 表面の反射鏡 13 の側に、平面研磨された第 1 の基板 11 が接合されている。

この場合も、反射鏡 13 には、例えば SiO_2 , TiO_2 , MgF_2 , Ta_2O_5 等の誘電体積層膜等を用いることができる。

その他の構成は、図 1 に示した先の実施の形態のレーザ発振器 10 と同様であるため、同一符号を付して重複説明を省略する。

【0052】

なお、本実施の形態の構成では、固体レーザ媒体 15 に反射鏡 13 が形成されているため、固体レーザ媒体 15 の剛性が十分な強度のものであれば、第 1 の基板 11 を省略することも可能である。

【0053】

本実施の形態のレーザ発振器 20 によれば、先の実施の形態のレーザ発振器 10 と同様に、固体レーザ媒体 15 と第 2 の基板とのアライメント調整を容易にすることができ、レーザ共振器の共振器長が短いレーザ発振器を構成することができる。

また、共振器長を所望の値になるように調整することができ、固体レーザ媒体 15 の欠陥を避けて良好なレーザ発振を行うことができるレーザ発振器を容易に製造することが可能になる。

これにより、小型であり、かつビーム形状の良好なマイクロチップレーザを簡単に作製することができる。

【0054】

なお、上述の各実施の形態のレーザ発振器では、第 1 の基板 11 を平板状にして、その主面に固体レーザ媒体 15 を接合しているが、本発明において、第 1 の基板の構成はその他の構成も可能である。

【0055】

なお、本発明において、光共振器、並びにレーザ発振器のレーザ共振器に用いる反射鏡は、誘電体膜に限らず、例えば半導体ブラッグ反射ミラーや、可飽和吸収ミラーでも構わない。

【0056】

本発明は、上述の各実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲でその他様々な構成が取り得る。

【0057】

【発明の効果】

上述の本発明の光共振器によれば、反射鏡のアライメント調整が容易で、共振器長が短い光共振器を構成することが可能になる。

【0058】

上述の本発明のレーザ発振器によれば、固体レーザ媒体とレーザ共振器の反射鏡とのアライメント調整が容易になる。固体レーザ媒体の欠陥を避けてレーザ共振器を作製することも容易となる。

また、マイクロチップレーザで主要なパラメータとなる共振器長を、所望の値にすることができると共に、共振器長を短くすることが容易となる。

共振器長を短くすることにより、容易に縦シングルモード発振をさせることができる。

従って、小型でビーム品質の良好なマイクロチップレーザを実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態のレーザ発振器の概略構成図である。

【図2】

本発明の他の実施の形態のレーザ発振器の概略構成図である。

【図3】

A、B 本発明の光共振器の概略構成を説明する図である。

【図4】

A 第2の基板に対して固体レーザ媒体を並進移動させることを説明する図である。

B 固体レーザ媒体を並進移動させるための治具の模式平面図である。

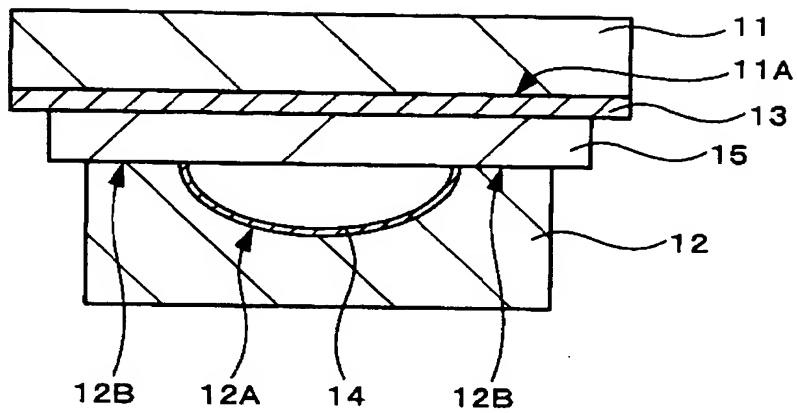
【符号の説明】

1 光共振器、10、20 レーザ発振器、11 第1の基板、12 第2の基

板、1 2 A 凹面部、1 2 B 平面部、1 3, 1 4 反射鏡（鏡面）、1 5 固体レーザ媒体

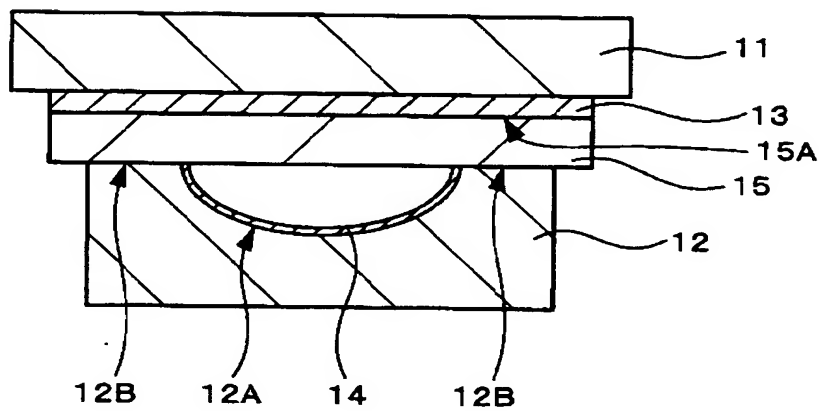
【書類名】 図面

【図 1】



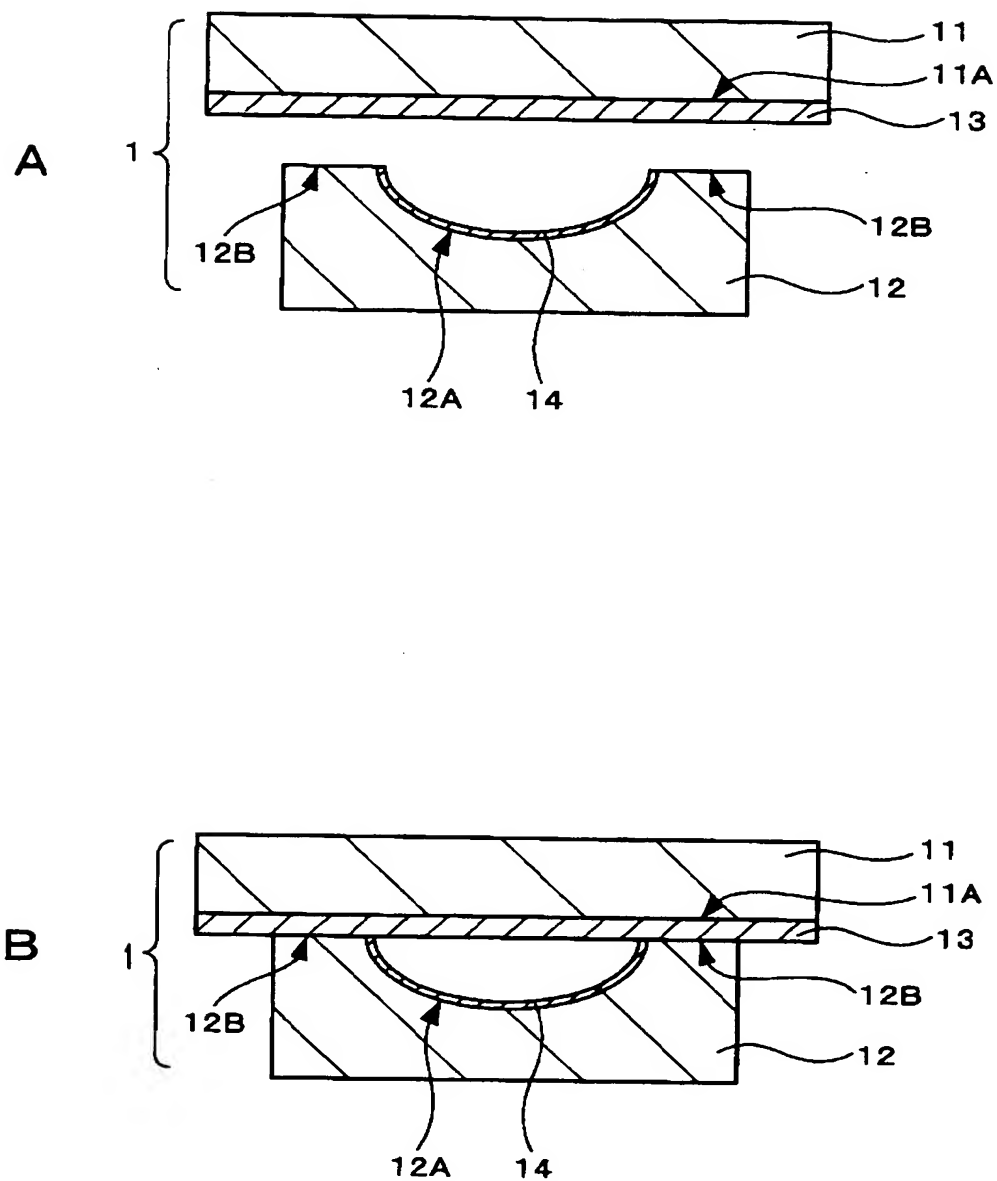
10

【図 2】

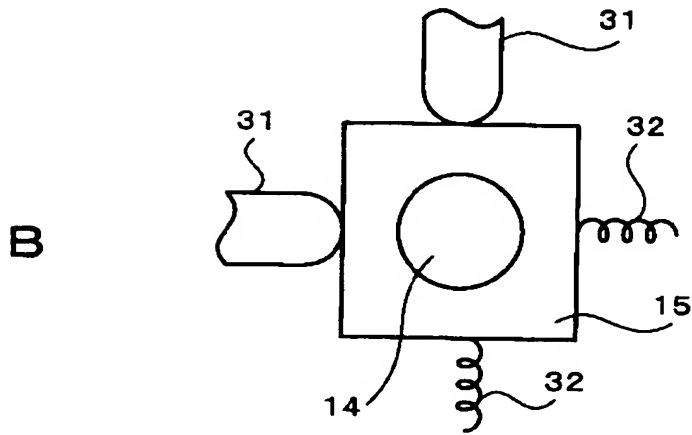
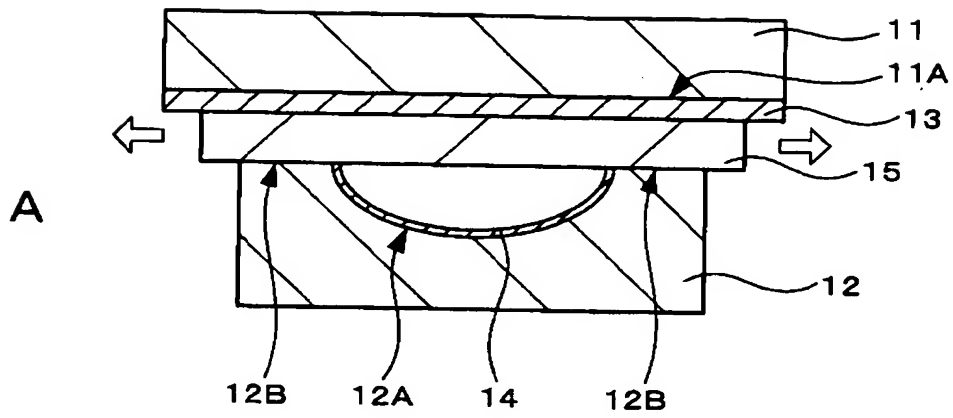


20

【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 共振器長を短くすることができ、安定したレーザ共振器を構成することが可能な光共振器、並びに安定したレーザ共振器を有し、小型でかつ簡便な構成のレーザ発振器を提供する。

【解決手段】 第1の基板及び第2の基板を対向して配置し、第1の基板の平面とされた主面に反射鏡を設け、第2の基板の主面に、凹面部及びその周囲の平面部を形成し、この凹面部に反射鏡を設け、第1の基板の主面と第2の基板の平面部とが接合可能な構成とされている光共振器を構成する。少なくとも固体レーザ媒体15と基板12とを接合し、固体レーザ媒体15の主面側に第1の反射鏡13を設け、基板12の主面に、凹面部12A及びその周囲に平面部12Bを形成し、凹面部12Aに第2の反射鏡14を設け、第1の反射鏡13と第2の反射鏡14とによりレーザ共振器を構成してレーザ発振器10を構成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 8 6 0 2 8
受付番号	5 0 3 0 0 4 9 5 0 8 9
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100122884
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 1 丁目 8 番 1 号 新宿ビル 信友国際特許事務所
【氏名又は名称】	角田 芳末

【選任した代理人】

【識別番号】	100113516
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 1 丁目 8 番 1 号 新宿ビル 松隈特許事務所
【氏名又は名称】	磯山 弘信

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 8 6 0 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社